Lane Medical Library

Aus dem Pathologischen Institut der Friedrich Schiller-Universität Jena.
(Direktor: Prof. Dr. Berblinger)

STANFORD UNIVERSITY
DEC
21
1937
LIBRARY

Das Verhalten der Grundlinien der wichtigsten Elemente in Hochfrequenzfunken, gewonnen durch Befunken von in Salzlösung durchtränkten Organstücken

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Vorgelegt von

Rainer Zapfe
aus Jena

1937

Druckerei und Verlag wissenschaftlicher Werke Konrad Triltsch, Würzburg

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Thüringischen Landesuniversität Jena.

Gutachter: **Privd. Dr. Benoit.**

Jena, den 29. 6. 37.

Hämel
i. V. dz. Dekan.

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153718_0050

Wer oft gezwungen wird, Spektrogramme, die mittels des Hochfrequenzfunkens von Organen gewonnen wurden zu durchmustern, hat den Mangel an brauchbaren Vergleichsspektren von bekannten Elementen empfunden, die er in seinem Spektrum suchen muß. Es gibt nur ein Werk, das einem solchen Bedürfnis entgegenkommt: „Atlas der letzten Linien der wichtigsten Elemente von Loewe", sonst muß man mühselig aus der Literatur oder durch zeitraubende eigene Anfertigung von Spektren diesem Mangel begegnen. Wie wichtig eine solche Arbeit ist, geht aus den Untersuchungen von W. Gerlach hervor, der bei seinen Reinheitsprüfungen von Metallen einmal daran gegangen ist, zunächst die wichtigsten Koinzidenzen festzulegen. Alle diese eben besprochenen Werke arbeiten meist mit dem Bogen- resp. Funkenspektrum; es hat sich aber gezeigt, daß beim Arbeiten im Hochfrequenzfunken manchmal besondere Verhältnisse vorliegen, die auf diese nicht zutreffen.

Aus dieser Fragestellung heraus habe ich es unternommen, folgende Elemente Ag, Al, As, Au, B, Bi, Ca Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Os, P, Pb, Pt, Rb, Sb, Si, Sn, Sr, Tl, Ti, Zn im Hochfrequenzfunken zu untersuchen, indem Organe mit wässriger Lösung von Salzen derselben durchtränkt und dem Hochfrequenzfunken ausgesetzt wurden. Bei dem großen Wellenlängenbereich, den der Zeiß'sche Spektrograph 9 × 12 für Chemiker zu überblicken gestattet, wurde besonders auch das kurzwellige U.V.-Bereich berücksichtigt. Hat sich doch für diese Untersuchungsmethode die Zinklinie auf 2138,5 und die Phosphorlinie 2136,8 und 2149,8 sowie die Cadmiumlinie 2265,0 und 2288,0 als recht brauchbar erwiesen, wie auch von Schülern Gerlachs, Ruthardt und Hirschmann später bestätigt worden ist, wobei die von Benoit angegebene elektrische Schaltung für die Hochfrequenzanregung von Ruthardt als brauchbar übernommen wurde, so daß die elektrischen Anregungsbedingungen, wie sie seit Jahren im Laboratorium des Pathologischen Instituts Jena zur Verwen-

dung kommen, keine Nachteile, sondern nur Vorteile für meine Untersuchungen bieten.

Weiter verfolgte ich in meiner Arbeit den Abfall der Linien bei schwindender Konzentration, um so ein Urteil mir bilden zu können, welche Linien zuletzt zurückbleiben, die bei geringen Elementkonzentrationen noch eine sichere Feststellung des Elementes in der Probe gestatten. Gerade diese Aufgabe ist für die Organuntersuchungen im Hochfrequenzfunken besonders lohnend und noch nicht in Angriff genommen worden.

Drittens schließlich wendete ich ein besonderes Augenmerk auf die Koinzidenzverhältnisse.

Die Durchführung der spektralanalytischen Untersuchungen am menschlichen Gewebe mit dem Spektrographen 9×12 für Chemiker wie sie Benoit beschreibt, geschah folgendermaßen:

A. Vorbehandlung der Gewebe.
   1. Auswahl des zu verfunkenden Gewebes.
   2. Entfetten und Entwässern.

B. Herstellen der Lösungen aus den wasserlöslichen Salzen der Elemente.

C. Funktechnik, Platten und Ausmessen.

Bei den von mir durchgeführten Versuchen war es nötig, ein Gewebe des menschlichen Organismus zu nehmen, in das sich der elektrische Funke verhältnismäßig leicht einbrannte und das im Spektrum nicht schon durch allzuviele Linien überlastet war. Nach verschiedenen Vorversuchen glaube ich, in der Leber das geeignete Organ gefunden zu haben. Für meine Versuchsreihen ist deshalb immer Leber verwendet worden. Es ist allerdings praktisch bedeutungslos, ob man Haut, Nieren, Herz usw. zum Verfunken verwendet und Leber ist von mir nur deshalb gewählt worden, weil sie sich meiner Ansicht nach am besten zur Durchführung größerer Versuchsreihen eignet.

Nur einmal habe ich an Stelle von Leber Herzmuskel benutzt, und zwar bei dem Versuch mit Fe-Chlorid, da Lebergewebe an sich eisenreich ist.

Bei der Auswahl des Materials wurde darauf geachtet, daß nach Anamnese und Krankengeschichte angenommen werden mußte, daß Präparate und Arzneimittel, die das zu bestimmende Element reichlich enthielten, ausgeschlossen werden konnten.

Vor der Einlegung der Gewebe in die molar-prozentig abgestuften Lösungen war es nötig, sie einer kurzen Entwässerung und Entfettung zu unterziehen, damit das Gewebe leichter aufnahmefähig wurde. Die dazu benutzten Leberstückchen wurden 45—50 Minuten in eine Aceton-Alkohol-Lösung eingelegt (Alkohol 96%ig — Aceton zu gleichen Teilen) und dann so entfettet und entwässert in die bereitgestellten Lösungen der Elemente gebracht, in der sie 20—24 Stunden verblieben.

Die Auswahl der wasserlöslichen Salze der Elemente geschah nach dem Gesichtspunkt der größten Reinheit, um eine möglichst genaue Durchführung der Versuche zu garantieren. Es wurde dann eine 1/100 mol-prozentige Stammlösung hergestellt und von da ausgehend die weiteren Verdünnungen: 1/1000, 1/10 000, 1/100 000, 1/200 000, so daß jedesmal fünf mol-prozentig abgestufte Lösungen eine Versuchsreihe bildeten.

Um eine bessere Vergleichsmöglichkeit der Spektren zu bekommen und um zu sehen, ob große Verunreinigungen bestanden, wurde beim Spektrographieren immer ein Norm-Versuch gemacht, d. h. ein Stück Leber, das zwar entfettet und entwässert, aber sonst nicht behandelt wurde, an erster Stelle verfunkt.

Als Funkelektrode wurde für alle Versuche bis auf die mit Au-Chlorid immer eine ganz reine Goldelektrode benutzt, die nur bei Au-Chlorid durch eine reine Kupferelektrode ersetzt wurde. Gearbeitet wurde mit einer Spaltbreite von 1/400 mm und 4—6 Minuten Belichtungszeit.

Im Spektrographen wurden an Stelle der bisher verwandten photographischen Platten Eisenberger Reformplatten 9×12 benutzt, die wegen ihrer großen Blauempfindlichkeit bessere Resultate geben.

Zur Auswertung der entwickelten und fixierten Platten benutzte ich das von der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft freundlichst zur Verfügung gestellte Zeiß'sche Meßmikroskop. Zur Bestimmung der Linien wurde der Kaysersche Atlas zu Grunde gelegt. Bei der Bestimmung der P-Linien wurden die neuen Wellenlängen verwandt, die Probst in einer Arbeit angegeben hat und die wesentlich genauer sind.

	Ag-Nitrat.		Leber.	
norm: Ag-frei				
100 :	2246,2	2321,5	2325,1	2413,2
	2535,3	3280,6	3383,8	
1 000 :	2431,2 s.s. *)	2535,3	3280,6	3383,8
10 000 :	2535,3 s. **)	3280,6	3383,8	
100 000 :	2535,3 s.s.	3280,6	3383,8 s.	
200 000 :	3280,6 s.	3383,8 s.		

2535,3 nur bei Vorhandensein der charakteristischen Ag-Linien 3280,6 und 3383,8 mit engem Spalt zu verwerten, sonst Koinzidenz mit P 2535,5
3280,6 liegt häufig in Koinzidenz mit Zn 3282,3

	Al-Chlorid.		Leber.	
norm: Al-frei				
100 :	2586,9	2597,1 s.	2631,5	2669,1 s.
	3082,1	3092,7	3944,0	3961,5
1 000 :	2586,9	2597,1 s.s.	2631,5	3082,1
	3092,7	3944,0	3961,5	
10 000 :	2586,9	2631,5	3082,1 s.	3092,7 s.
	3944,0 s.			
100 000 :	3082,1 s.s.	3092,7 s.s.	3944,0 s.s.	
200 000 :	3092,7 s.s.			

2586,9 liegt in Koinzidenz mit Fe 2586,8
2631,5 „ „ „ „ Fe 2631,0
Bei starker Al-Konzentration 2586,9 und 2631,5 gut erkennbar, bei schwächerer Konzentration Koinzidenz mit Fe.

	As-Trichlorid.		Leber.	
norm: As-frei				
100 :	2349,8	2370,7 s.s.	2745,0	2780,2
	2860,4			
1 000 :	2349,8	2780,2 s.s.		
10 000 :	—			
100 000 :	—			
200 000 :	—			

*) s. s. = sehr schwach.
**) s. = schwach.

2745,0 liegt in Koinzidenz mit Fe 2744,5 und ist nur als Verstärkungslinie bei starker Konzentration zu verwerten.

	Au-Chlorid.		Leber.	
norm: Au-frei			Kupferelektrode.	
100 :	2427,9	2544,2 s.	2590,0 s.	2641,5
	2675,9	2700,8	2748,2	3122,7
1 000 :	2427,9	2590,0 s.s.	2641,5 s.s.	2675,9
	2748,2	3122,7		
10 000 :	2427,9	2675,9	2748,2 s.	
100 000 :	2427,9	2675,9	2748,2 s.s.	
200 000 :	2427,9	2675,9		

Au 2802,2 liegt immer in Koinzidenz mit Mg 2802,7

	B-Säure.		Leber.	
norm: B-frei				
100 :	2496,7	2497,7		
1 000 :	2497,7 s.			
10 000 :	—			
100 000 :	—			
200 000 :	—			

	Bi-Nitrat, sauer.		Leber.	
norm: Bi-frei				
100 :	2228,2	2230,6 s.	2276,5 s.s.	2524,5
	2627,9	2730,5 s.s.	2897,9	2938,3
	2989,0	2993,3	3024,6	3067,7
	3397,2			
1 000 :	2230,6 s.s.	2627,9	2897,9	2938,3 s.
	2989,0 s.s.	2993,3	3397,2 s.s.	
10 000 :	2627,9	2897,9 s.	2938,3 s.	2993,3
100 000 :	2938,3 s.s.	2993,3		
200 000 :	—			

2938,3 nur verwertbar, wenn auch 2897,9 vorhanden ist.

	Ca-Chlorid.		Leber.	
norm: Ca-Gehalt gering				
100 :	3158,8	3179,3	3706,0	3736,9
	3933,6	3968,4	4289,3	4425,4
	4434,9	4455,8		
1 000 :	3158,8	3179,3	3706,0	3736,9
	3933,6	3968,4	4289,3 s.	4425,4
	4434,9	4455,8		
10 000 :	3158,8	3179,3	3736,9	3933,6
	3968,4	4425,4	4434,9 s.	4455,8
100 000 :	3179,3	3736,9	3933,6	3968,4
	4425,4 s.	4434,9 s.s.	4455,8	
200 000 :	3179,3 s.	3933,6	3968,4	4425,4 s.s.
	4434,9 s.s.	4455,8 s.		

3706,0 liegt in Koinzidenz mit Fe 3705,5 und ist nur in starker Konzentration und bei gleichzeitigem Vorhandensein der charakteristischen Ca-Linien 3933,6 und 3968,4 zu gebrauchen.

	Cd-Chlorid.		Leber.	
norm: Cd-frei				
100 :	2265,0	2288,0	3261,0	3403,6
	3466,2	3610,5	4799,9	
1 000 :	2265,0	2288,0	3466,2 s.s.	3610,5 s.
10 000 :	2265,0 s.s.	2288,0 s.	3610,5 s.s.	
100 000 :	2288,0 s.			
200 000 :	2288,0 s.s.			

	Co-Chlorid.		Leber.	
norm: Co-frei				
100 :	2286,2	2388,4 s.s.	2388,9	2397,4
	2407,2	2414,4	2511,0	2521,3
	2541,9	2559,4	2564,0 s.	2580,3
	3048,8	3390,4	3395,3	3405,1
	3409,1	3417,1 s.	3433,0	3443,6
	3449,1	3453,5	3465,7	3476,3
	3491,3	3506,3	3509,8	
1 000 :	2286,2 s.s.	2388,9 s.s.	2407,2	2414,4
	2511,0 s.	2521,3	2542,5 s.s.	2580,3 s.s.
	3048,8 s.	3395,3 s.	3409,1	3217,1

		3433,0	3443,6	3449,1	3453,5
		3465,7	3476,3	3491,3	3506,3
		3509,8			
10 000	:	2388,9 s.s.	2407,2 s.	2414,4 s. s.	2511,0 s.s.
		2521,3	2580,3 s.s.	3048,8 s.s.	3395,3 s.s.
		3409,1	3417,1	3433,0 s.	3443,6 s.
		3449,1 s.	3453,5	3465,7	3476,3
		3491,3			
100 000	:	—			
200 000	:	—			

2511,0 liegt in Koinzidenz mit Fe 2510,8
2541,9 „ „ „ „ Fe 2546,1
3443,6 „ „ „ „ Fe 3443,8
3465,7 „ „ „ „ Fe 3465,8
3506,3 „ „ „ „ Fe 3506,5
3390,4 „ „ „ „ Ni 3391,0
3409,1 „ „ „ „ Ni 3409,5
3433,0 „ „ „ „ Ni 3433,5
3509,8 „ „ „ „ Ni 3510,3

Gut zu verwerten sind noch bei 1/10 000 Verdünnung 2388,9 2580,3 und 3453,5.

		Cr-Chlorid.		Leber.	
norm: Cr-frei					
100	:	2538,3	2666,0	2668,7	2671,8
		2678,7	2691,0	2750,7	2751,8
		2766,5	2769,9	2835,6	2843,2
		2860,9	2862,5	2867,6	2879,2
		2989,1	3018,5	3020,6	3040,8
		3593,4	3605,3	4254,3	4274,8
		4289,7	(5206,0	5208,4)	
1 000	:	2538,3	2750,5	2751,8	2766,5
		2769,9	2835,6	2843,2	2879,2 s.s.
		2989,1 s.s.	3040,8 s.s.	3593,4	3605,3
		4254,3	4274,8	4289,7	
10 000	:	2538,3	2750,5 s.s.	2751,8 s.s.	4254,3 s.
		4274,8 s.	4289,7 s.		
100 000	:	—			
200 000	:	—			

2538,3 liegt in Koinzidenz mit P 2535,5; da P in menschlichen Organen nach Benoit reichlich vorkommt, ist die Cr-Linie 2538,3 nur bei starken Cr-Konzentrationen zu verwerten. (**2535,5 Haupt-P-Linie**).

5206,0 und 5208,4 werden schon bei 1/100 Verdünnung nicht mehr getrennt dargestellt.

2678,7 liegt in Koinzidenz mit Fe 2679,0
2750,7 „ „ „ „ Fe 2750,8
2766,5 „ „ „ „ Cu 2766,3
2862,5 „ „ „ „ Fe 2862,5
2989,1 „ „ „ „ Bi 2989,0
3020,6 „ „ „ „ Fe 3020,6
4289,7 „ „ „ „ Ca 4289,3

		Cu-Chlorid.		Leber	
norm: Cu-frei					
100	:	2178,9	2181,7	2192,2	2228,8
		2242,6	2246,9	2406,6	2485,9
		2600,4	2618,3	2718,9	2766,3
		3010,8	3093,9	3108,6	3128,6
		3146,8	3247,5	3273,9	3307,9
		3337,8	3475,9	3621,2	3635,9
		3741,2	4662,7	5218,2	
1 000	:	2181,7 s.s.	2228,8 s.s.	2406,6 s.s.	2485,9 s.
		2600,4	2618,3	3093,3 s.s.	3108,6 s.s.
		3128,6 s.	3247,5	3273,9	3307,9 s.s.
		3475,9 s.	3621,2	3635,9	4062,7 s.
10 000	:	2406,6 s.s.	2485,9 s.	2600,4	2618,3
		3108,6 s.s.	3128,6	3247,5	3273,9
		3475,9 s.s.	3621,2		
100 000	:	2406,6 s.s.	2618,3	3247,5	3273,9
		3621,2			
200 000	:	2618,3 s.	3247,5	3273,9	

2485,9 liegt in Koinzidenz mit Fe 2486,3
2600,4 „ „ „ „ Fe 2599,5
} nur zu verwerten bei starker Konzentration und beim Vorhandensein der charakteristischen Cu-Linien 3247,5 und 3273,9

Fe-Chlorid. Herzmuskel.

norm: geringer Fe-Gehalt

100	:	2327,3	2332,8	2343,5	2348,1
		2362,1	2366,5	2369,5	2370,5
		2382,0	2389,9	2395,6	2404,3
		2406,7	2413,3	2474,8	2479,7
		2480,2	2484,1	2489,7	2493,3
		2503,9	2512,3	2518,1	2523,6
		2527,4	2529,1	2537,1	2549,6
		2563,9	2585,8	2592,8	2598,3
		2607,0	2612,7	2614,5	2619,0
		2628,3	2629,6	2632,2	2666,9
		2679,0	2716,2	2720,9	2723,5
		2726,2	2736,9	2739,5	2742,2
		2746,9	2749,3	2750,1	2755,7
		2759,8	2763,1	2769,3	2845,5
		2969,4	2973,1	2984,8	2996,3
		3000,9	3021,0	3040,4	3059,0
		3610,1	3618,7	3630,3	3647,8
1 000	:	2343,5 s.	2348,1 s.	2382,0 s.	2395,6 s.
		2404,3 s.s.	2406,7 s.	2413,3 s.s.	2474,8 s.s.
		2479,7 s.	2484,1	2489,7 s.	2493,3 s.
		2592,3 s.s.	2518,1 s.s.	2523,6 s.	2529,1 s.
		2537,1 s.	2549,6 s.s.	2563,9 s.s.	2585,8
		2607,0	2612,7 s.	2619,0 s.s.	2628,3 s.
		2629,6 s.	2632,2 s.	2720,9 s.	2725,5 s.
		2742,4	2746,9 s.	2749,3 s.	2750,1
		2755,7	2759,8	3021,0	3040,4 s.s.
		3055,0 s.s.	3610,1 s.	3618,7 s.	3630,3 s.
		3647,8 s.			
10 000	:	2382,0 s.s.	2395,6 s.s.	2404,3 s.s.	2479,7 s.
		2484,1 s.	2489,7 s.s.	2493,3 s.s.	2523,6 s.s.
		2529,1 s.s.	2537,1 s.	2607,0 s.	2612,7 s.s.
		2619,0 s.s.	2628,3 s.s.	2629,6 s.s.	2632,2 s.
		2720,9 s.	2725,5 s.	2742,4 s.s.	2746,9 s.s.
		2749,3 s.s.	2750,1 s.	2755,7	2759,8 s.
		3021,0	3040,4 s.s.	3610,1 s.s.	3618,7 s.s.
		3630,3 s.s.	3647,8 s.s.		
100 000	:	2382,0	2395,6 s.	2404,3	2479,7 s.s.
		2484,1 s.s.	2489,7 s.s.	2493,3 s.s.	2523,6 s.s.

		2607,0 s.	2612,7 s.s.	2632,2 s.s.	2720,9 s.s.
		2723,5 s.s.	2742,4 s.s.	2746,9 s.s.	2755,7
		2759,8 s.	3021,0		
200 000	:	2383,0	2395,6 s.	2404,3 s.	2484,1 s.s.
		2489,7 s.s.	2493,3 s.s.	2523,6 s.s.	2607,0 s.
		2612,7 s.s.	2632,2 s.s.	2720,9 s.s.	2742,4 s.s.
		2746,9 s.s.	2755,7 s.s.	3021,0 s.	

Über die Koinzidenzen des Fe verweise ich auf die Koinzidenzbestimmungen bei den anderen Elementlinien, da es an dieser Stelle zu unübersichtlich würde.

Hg-Chlorid. Leber.

norm: Hg-frei

100	:	2536,5	2967,2	3125,6	3131,5
		3650,1	3662,8	4358,3	
1 000	:	2536,5	—	—	3131,5 s.
		3650,1 s.s.			
10 000	:	2536,5 s.	3650,1 s.s.		
100 000	:	2536,5 s.			
200 000	:	—			

2967,2 in Koinzidenz mit Fe 2966,9
36,50,1 in Koizidenz mit Fe 3650.0 und 3650.2
3125,6 liegt in Banden und ist nur bei starker Konzentration und bei Vorhandensein der charakteristischen Hg-Linie 2536,5 zu verwerten.

K-Chlorid. Leber.

norm: K bei 4047,2

100	:	4047,2
1 000	:	4047,2
10 000	:	4047,2
100 000	:	4047,2
200 000	:	4047,2

Die Linie 4047,2 ist immer vorhanden, da alle Organe K-haltig sind. Andere K-Linien lassen sich bei diesen schwachen Konzentrationen nicht nachweisen

Li-Chlorid. Leber.

norm: Li-frei

100	:	4273,3
1 000	:	4273,3
10 000	:	—
100 000	:	—
200 000	:	—

4273,3 liegt schon bei 1/100 in Banden und ist schwer erkennbar. Li kann nur bei Konzentrationen unter 1/100 mit Sicherheit nachgewiesen werden.

Mg-Chlorid. Leber.

norm: Mg-Gehalt gering

100	:	2779,8	2781,4	2782,9	2790,8
		2795,5	2802,7	2852,1	2942,0
		3093,0	3096,9		
1 000	:	2779,8	2781,4	2782,9 s.	2790,8 s.
		2795,5	2802,7	2852,1	2942,0 s.s.
		3093,0 s.	3096,9 s.s.		
10 000	:	2781,4 s.	2790,8 s.	2795,5	2852,1
100 000	:	2781,4 s.	2790,8 s.	2795,5	2852,1
200 000	:	2781,4 s.	2790,8 s.	2795,5	2852,1

Die Linien 2795,5 und 2852,1 als charakteristische Mg-Linien können in jedem Spektrum nachgewiesen werden.

Mn-Chlorid. Leber.

norm: Mn-frei

100	:	2384,0	2428,0	2437,5 s.	2452,5 s.
		2488,1	2527,4	2556,5	2572,7
		2576,1	2584,3	2593,7	2605,6
		2639,8 s.	2672,5	2703,9	2708,4
		2710,3	2794,8	2798,2	2801,0
		2813,4 s.	2879,4	2886,6	2839,3
		2949,2	3228,0	3236,7	32,48,5
		3264,7	3441,9	3460,3	3474,1
		3482,9	3488,6	4018,1	

1 000	:	2384,0	2488,1	2527,4 s.	2556,5 s.
		2572,7 s.s.	2576,1	2584,3 s.	2593,7
		2605,6	2639,8 s.s.	2672,5 s.s.	2703,9 s.
		2708,4 s.	2710,3 s.	2794,8	2798,2
		2801,0	2813,4 s.	2879,4 s.	2886,6 s.
		2889,5 s.	2892,4 s.	2933,1	2939,1
		2949,2	3228,0	3236,7	3248,5
		3264,7 s.	3441,9	3460,3 s.	3474,1
		3482,9 s.	3488,7 s.	4018,1	
10 000	:	2384,0	2488,1	2527,4 s.	2556,5
		2576,1	2593,7	2605,6	2708,4 s.s.
		2710,3 s.s.	2794,8 s.	2798.2	2801,0
		2813,4 s.s.	2889,5 s.s.	2892,4 s.s.	2933,1
		2939,1	2949,2	3228,0 s.	3236,7 s.s.
		3248,5	3441,9	3460,3 s.	3474,1 s.
		3488,7			
100 000	:	2527,4 s.	2556,5	2576,1 s.	2593,7
		2605,6	2798,2 s.	2813,4 s.s.	2939,1 s.s.
		3248,5	3460,3 s.	3474,1 s.	
200 000	:	2527,4 s.	2556,5	2576,1	2593,7
		2605,6	2939,1 s.s.	3248,5 s.s.	

2384,0 liegt in Koinzidenz mit Fe 2383,2
2488,1 „ „ „ „ Fe 2488,1
3441,9 „ „ „ „ Fe 3442,3
2794,8 „ „ „ „ Mg 2795,5
2801,0 „ „ „ „ Mg 2802,7

In starker Konzentration sind 2794,8 und 2801,0 dadurch, daß sie die Mg-Linien sehr verstärken, gut erkennbar, ebenso die 2384,0 2488,1 und 3441,9 Fe gegenüber.

Na-Chlorid. Leber.

norm: Na-Gehalt gering

100	:	2680,3 s.s.	3302,9
1 000	:	3302,9 s.	
10 000	:	3302,9 s.s.	
100 000	:	—	
200 000	:	—	

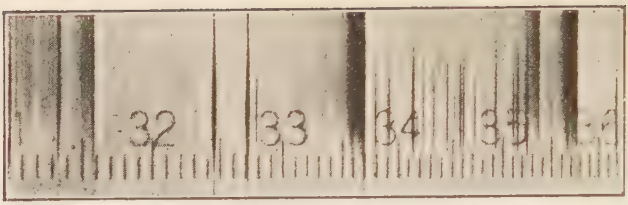
Na schwer anregbar. 2680,3 nur bei starken Konzentrationen. Bei Konzentrationen unter 1/10 000 keine sichtbaren Linien.

		Ni-Sulfat.		Leber.	
norm: Ni-frei					
100	:	2216,47	2302,9	2316,0	2416,1
		2510,8	2992,5	3003,6	3012,0
		3037,9	3050,8	3054,3	3057,6
		3380,5	3392,9	3414,7	3433,5
		3446,2	3515,0	3524,5	3619,3
1 000	:	2216,47 s.	2316,0 s.	2416,1	2510,8
		2992,5 s.	3003,6	3012,0	3037,9
		3050,8	3054,3	3057,6	3380,5
		3392,9	3414,7	3433,5	3446,2
		3515,0	3524,5	3619,3	
10 000	:	2510,8 s.	3003,5	3012,0	3037,9 s.s.
		3050,5	3054,3 s.s.	3057,6	3380,6
		3392,9	3414,7	3433,5 s.s.	3446,2
		3515,0	3524,5	3619,3	
100 000	:	2510,8 s.s.	3003,6 s.s.	3012,0 s.	3050,8 s.
		3619,3 s.			
200 000	:	2510,8 s. s.	3003,6 s.s.	3012,0 s.	3050,8 s.

2510,8 liegt in Koinzidenz mit Fe 2510,8 und ist nur bei Anwesenheit der charakteristischen Ni-Linien 3012,0 und 3050,8 zu verwerten.

2994,4 liegt in Koinzidenz mit Fe 2994,4 und kommt selten gut zur Darstellung; kann nur bei Verstärkung der Fe-Linie als Ni gewertet werden.

Bei der Untersuchung von Nickel ergab es sich, daß bei 2216,47 in den Verdünnungen 1/100 und 1/1000 eine verhältnismäßig starke Linie auftrat, die man, da auch im Kontrollversuch mit konzentrierter Nickelsalzlösung dieselbe Linie auftauchte, als Nickellinie ansprechen mußte. Bei dem Versuch durch Verfunken eines reinen Nickelstücks die Linie gut zur Darstellung zu bringen, gelang es nur schlecht, wohingegen die Linien 2264,4 und 2273,9, die beim Verfunken des Salzes nicht gut in Erscheinung traten, hier gut zur Darstellung gelangten. Anscheinend sind hier die verschiedenen Anregungsbedingungen ausschlaggebend.



Die Linie 2216.47 ist bisher in den Atlanten noch nicht aufgenommen gewesen, es ist aber bei den höheren Konzentrationen eine diagnostisch sehr brauchbare Linie, besonders im Zusammenhang mit anderen charakteristischen Ni-Linien.

Os-Säure. Leber.

norm: Os-frei

100	:	2538,0	2542,5	2590,7	2637,1
		2644,1	2658,5	2689,8	2774,9
		2806,9	2874,9	2909,0	2917,8
		2919,8	3013,0	3018,0	3030,7
		3058,6	3077,0	3232,0	3256,9
		3262,3	3277,9	3336,1 s.	3401,8
		4420,4	4551,2		
1 000	:	2538,0	2542,5 s.	2590,7 s.s.	2637,1
		2644,1	2658,5 s.s.	2689,8 s.	2774,9 s.s.
		2806,9	2838,6	2844,3	2860,9 s.
		2874,9 s.s.	2909,0	2917,8	2919,8
		3013,0	3018,0	3030,7	3058,6
		3262,3	3277,9	4420,4	4551,2 s.
10 000	:	2538,0	2542,5 s.s.	2844,3 s.s.	2909,0 s.s.
		2919,8 s.s.	3058,6 s.		
100 000	:	—			
200 000	:	—			

2538,0	liegt	in	Koinzidenz	mit	Fe 2537,1
2689,8	„	„	„	„	Fe 2689,8
2806,9	„	„	„	„	Fe 2806,9
2917,8	„	„	„	„	Fe 2918,0
2919,8	„	„	„	„	Fe 2920,6
3018,0	„	„	„	„	Fe 3017,6
3058,6	„	„	„	„	Fe 3059,0
3256,9	„	„	„	„	Fe 3257,5

Die angegebenen Linien sind nur bei hoher Konzentration zu verwerten. Bei Konzentrationen unter 1/10 000 ist Os nicht mehr mit Sicherheit nachzuweisen.

	P-Säure.		Leber.	
norm: P-frei				
100 :	2136,8	2149,8	2534,0	2535,5
	2553,3	2555,1		
1 000 :	2534,0	2535,5	2553,3	2555,1
10 000 :	2534,0 s.	2535,5	2553,3	2555,1
100 000 :	2534,0 s.	2535,5	2553,3 s.	2555,1 s.
200 000 :	2534,0 s.s.	2535,5 s.	2553,3 s.	2555,1 s. s.

Probst hat im Archiv der experimentellen Pathologie 1933 neue Wellenlängen für die P-Linien angegeben, die hier verwendet wurden.

	Pb-Chlorid.		Leber.	
norm: Pb-frei				
100 :	2170,0	2203,5	2411,7	2613,5
	2663,1	2823,1	2833,0	2873,3
	3639,5	3683,4	4057,8	
1 000 :	2411,7 s.	2613,6	2833,0 s.s.	3639,5 s.
	3638,4 s.	4057,8		
10 000 :	2833,0 s.s.	3639,5 s.s.	4057,8 ?	
100 000 :	—			
200 000 :	—			

2613,6 ist nur verwertbar, wenn sie stärker ist als Fe 2610,7 und bei gleichzeitigem Vorhandensein der Pb-Linie 3639,5.

Obwohl in den Atlanten die Linie 2170,0 im Bogen mit 6 R und Funken mit 2 R angegeben wird, ist sie im Vergleich zu 2203,5 wesentlich schwächer, die dort nur mit 3 im Bogen und 4 R im Funken angegeben wird.

4057,8 nur in starker Konzentration verwertbar, da sie sonst in Banden liegt und nicht scharf herauskommt.

		Pt-Chlorid.		Leber.	
norm: Pt-frei					
100	:	2288,1 s.	2357,1	2377,2 s.	2383,6 s.
		2418,0 s.	2436,6	2440,0	2467,4
		2488,7	2498,5	2508,5	2515,0
		2539,2	2552,2	2596,0	2603,1
		2619,5 s.	2628,0	2646,8	2650,8
		2659,4	2698,4	2702,4	2705,8
		2713,1 s.s.	2719,0	2733,9	2771,6
		2830,2	2893,8	2897,8	2905,9
		2912,2	2919,3 s.	2929,7	2997,9
		3042,6	3064,7	3139,3 s.	3200,7
		3204,0	3427,9 s.	3922,9 s.	
1 000	:	2357,1	2383,6 s.	2436,6 s.s.	2440,0
		2467,4	2488,7	2498,5 s.s.	2515,0 s.s.
		2539,2 s.s.	2552,2	2619,5 s.s.	2628,0
		2646,8	2650,8	2659,4	2698,4 s.
		2702,4	2705,8	2719,0	2733,9
		2771,6 s.	2830,2	2893,8	2897,8 s.
		2912,2	2929,7	2997,9	3042,6
		3064,7	3204,0		
10 000	:	2383,6 s.	2488,7	2552,2	2628,0 s.s.
		2659,4	2702,4 s.s.	2705,8 s.s.	2719,0
		2733,9 s.s.	2830,2 s.s.	2893,8 s.s.	2997,9 s.s.
		3064,7	3204,0 s.s.		
100 000	:	2705,8 s.s.	2719,0	2830,2 s.s.	2893,8 s.s.
		2997,9 s.s.			
200 000	:	—			

2719,0 liegt in Koinzidenz mit Fe 2719,0 und 2719,4; nur bei starker Konzentration und dem Vorhandensein anderer charakteristischer Pt-Linien zu verwerten.

2498,5 liegt in Koinzidenz mit Fe 2498,9
2508,5 „ „ „ „ Fe 2507,9
2603,1 „ „ „ „ Fe 2619,0
2912,2 „ „ „ „ Fe 2912,1
3042,6 „ „ „ „ Fe 3042,6
3922,9 „ „ „ „ Fe 3922,9

Rb-Chlorid. Leber.

norm: Rb-frei

100	:	2561,9	2562,3	2631,8	2798,9
		3271,0			
1 000	:	2561,9 s.s.	2562,3 s.	2631,8	2798,9
		3271,0 s.			
10 000	:	2562,3 s.	2631,8	2798,9	3271,0 s.s.
100 000	:	2798,9 s.s.			
200 000	:	—			

2561,9 liegt in Koinzidenz mit Fe 2562,5
2562,3 „ „ „ „ Fe 2562,5
2631,8 „ „ „ „ Fe 2632,2
3271,0 „ „ „ „ Fe 3271,0

Rb-Nachweis ist in diesen Konzentrationen unzuverlässig, da die Hauptlinien im Bandenbereich liegen.

Sb-Chlorid. Leber.

norm: Sb-frei

100	:	2311,5	2528,5	2598,0	2877,9
		3232,5	3267,4		
1 000	:	2311,5 s.	2528,5	2598,0	2877,9
		3232,5	3267,4		
10 000	:	2311,5 s.s.	2528,5 s.s.	2598,0	2877,9 s.s.
		3232,5	3267,4		
100 000	:	2598,0 ?			
200 000	:	2598,0 ?			

2528,5 liegt in Koinzidenz mit Si 2528,5
2598,0 „ „ „ „ Fe 2598,3
2598,0 ist bei schwachen Konzentrationen nur noch bedingt zu verwerten.

Natrium-Silikat. Leber.

norm: Si-frei

100	:	2435,1	2506,9	2514,3	2516,1
		2519,2	2524,1	2528,5	2881,5
1 000	:	2881,5 s.s.			
10 000	:	—			
100 000	:	—			
200 000	:	—			

2516,1 und 2881,5 die stärksten Linien.
Die anderen sind in Koinzidenz mit Fe und nur bei Anwesenheit von 2516,1 und 2881,5 zu verwenden.

Sn-Chlorid. Leber.

norm: Sn-frei

100	:	2408,1	2706,5	2839,9	2863,3
		3009,1	3034,1	3175,0	3262,3
		3283,5			
1 000	:	2408,1 s.	2839,9	3009,1	3175,0
		3283,5 s.			
10 000	:	2408,1	2839,9 s.s.	3009,1	3283,5 s.s.
100 000	:	2839,9 ?			
200 000	:	—			

3175,0 liegt von 1/10 000 ab in Koinzidenz mit Ca 3179,3.
Bei Verdünnungen über 1 10 000 läßt sich Sn nicht mehr mit Bestimmtheit nachweisen.

Sr-Chlorid. Leber.

norm: Sr-frei

100	:	3380,7	3464,4	3474.9	4077,7
		4215,5	4305,4	4607,3	
1 000	:	3380,7	3464,4	3474.9 s.	4077,7
		4215,5	4305,4	4607.3	
10 000	:	3464,4 s.	4077,7	4215.5	4305,4
		4607,3			
100 000	:	3464,4 s.s.	4077,7	4215.5	4305,4 s.
		4607,3			
200 000	:	4077,7			

	Tl-Chlorid.		Leber.	
norm: Tl-frei				
100 :	2379,6 s.s.	2517,4 s.s.	2552,5	2585,6 s.s.
	2608,9	2609,7	2767,8	2826,2 s.
	2895,4	2918,3	3229,7	3519,2
	3775,7	5350,5		
1 000 :	2525,5 s.s.	2767,8	2826,2 s.s.	2895,4
	2918,3	3229,7 s.s.	3519,2	3775,7
	5350,5			
10 000 :	2895,4 s.s.	2918,3 s.s.	3519,2 s.s.	3775,7 s.s.
	5350,5 s.s.			
100 000 :	—			
200 000 :	—			

In den geringen Konzentrationen 1/100 000 und 1/200 000 läßt sich Tl nicht mehr nachweisen. Die sichersten Linien sind 3519,2 und 3775,7.

	Ti-Chlorid.		Leber.	
norm: Ti-frei				
100 :	3349,4	3383,7	3685,1	3761,3
1 000 :	3349,4	3685,1		
10 000 :	—			
100 000 :	—			
200 000 :	—			

3383,7 liegt in Koinzidenz mit Ag 3383,8; nur verwertbar bei Anwesenheit von 3685,1.

	Zn-Chlorid.		Leber.	
norm: Zn-frei				
100 :	2138,5	2479,7	2502,0	2542,4 s.s.
	2557,9 s.	2582,5 s.s.	2608,6	2771,0
	2800,8 s.	3075,8 s.	3282,3	3302,6
	3345,0	4680,1	4722,1	4810,5
1 000 :	2138,5	2479,7	2502,0 s.s.	3302,6 s.
	3345,0	4680,1	4722,1	4810,5
10 000 :	—			
100 000 :	—			
200 000 :	—			

2479,7 liegt in Koinzidenz mit Fe 2479,7
2542,4 „ „ „ „ Fe 2542,1
2582,5 „ , „ „ Fe 2581,5
3302,6 „ „ „ „ Na 3302,9

Die genannten Linien sind nur bei starker Konzentration und Vorhandensein der Linie 3345,0 zu verwerten. Von 1/10000 ab kein Zn-Nachweis mehr, da Zn schwer anregbar ist.

An dieser Stelle möchte ich es nicht versäumen, Herrn Privatdozent Dr. Benoit, der mir die Anregung zu dieser Arbeit gab und bei deren Durchführung in liebenswürdiger Weise immer mit seinem Rat zur Seite stand, meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. Berblinger, der es mir ermöglichte in seinem Institut arbeiten und die Versuche durchführen zu können.

Literaturangabe.

1. **Benoit, W.:** Über spektrographische Untersuchung an Gewebsschnitten menschlicher Organe unter Verwendung des Hochfrequenzfunkens nach Gerlach-Schweitzer. Zeitschrift für die gesamte experim. Medizin. Bd. 90, 3/4. Heft.
2. **Gerlach, Walther** u. **Gerlach, Werner:** Die chemische Emissions-Spektralanalyse. II. Teil.
3. **Kayser, H.:** Tabellen der Hauptlinien der Linienspektra aller Elemente.
4. **Löwe, Fritz:** Atlas der Letzten Linien.
5. **Lundegardh, H.:** Die quantitative Spektralanalyse der Elemente.
6. **Probst, R.:** Archiv der experimentellen Pathologie. 1933. Auf. 4.

Lebenslauf.

Am 11. Juli 1910 wurde ich, Rainer Zapfe, ev.-luth. Konfession als Sohn des Chemikers Prof. Dr. phil. Max Zapfe und seiner Ehefrau Melinde, geb. Densow in Jena geboren. Von Ostern 1917 bis 1920 besuchte ich die der Stoyschen Realschule angeschlossene Vorschule und trat Ostern 1920 in das Gymnasium Carolo-Alexandrinum zu Jena ein, das ich Ostern 1927 mit dem Versetzungszeugnis nach Obersekunda verließ. Von Ostern 1927 ab besuchte ich das Reformrealgymnasium Pädagogium Schwarzburg in Schwarzburg in Thüringen, wo ich im März 1930 die Reifeprüfung ablegte.

Im Sommersemester 1930 begann ich in Jena Jura zu studieren, trat aber von diesem Studium nach dem Wintersemester 30/31 zurück, um mich vom Sommersemester 31 ab dem Studium der Medizin zuzuwenden. Nach Ablegung der Ärztlichen Vorprüfung im Sommersemester 33 in Jena, studierte ich ein Semester in Leipzig, zwei weitere in Hambrg. Im Sommersemester 35 kehrte ich nach Jena zurück, wo ich im Dezember 36 mein Staatsexamen bestand.